

# Müssen die Ernährungsempfehlungen für die Ballaststoffaufnahme geändert werden?

**Forschung, Klinik und Praxis 09/2001**

**Schlüsselwörter: Ballaststoffaufnahme - Dickdarmkrebs - Nurses' Health Study - Koronare Herzerkrankung - Arbeitsgruppe „Ernährung und Krebs“ der Deutschen Krebsgesellschaft e. V.**

## **Einleitung**

Burkitt war einer der ersten Wissenschaftler, der den Ballaststoffen eine bedeutsame Rolle für die Gesundheit, insbesondere bei Erkrankungen des Darms, zugesprochen hat. Im weiteren Verlauf der Forschung verdichteten sich die wissenschaftlichen Hinweise auf eine krankheitspräventive Wirkung der Ballaststoffe. Mittlerweile gibt es besondere Aufnahmeempfehlungen durch Fachgremien. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. z. B. empfiehlt Erwachsenen einen Konsum von über 30 g täglich.

Nach dem Bundeslebensmittelschlüssel, der Lebensmitteltabelle in der Bundesrepublik für epidemiologische Studien, berechnet sich der Ballaststoffgehalt von Lebensmitteln als Summe aller Zellulosen, Nichtzellulosen und Lignin. Er unterscheidet weiter als Nichtzellulosen Pentosen, Hexosen und Uronsäuren bzw. Hemizellulosen und Pektine. Andere unterscheiden Zellulose, Hemizellulose, Pektine, pflanzliche Gummi- und Schleimstoffe (engl. Gum, Mucilages) und Lignin. Lebensmitteltabellen erfassen unter dem Begriff der Ballaststoffe z. B. nicht die resistente Stärke, die im Dünndarm nicht abgebaute Stärke darstellt und die ebenso wie die Ballaststoffe im Dickdarm verstoffwechselt wird. Eine solche differenzierte Betrachtung einzelner Ballaststoff Fraktionen ist heute möglich, da sich die analytischen Methoden zur Bestimmung von Ballaststoffgehalten in Lebensmitteln in den letzten Jahren weiterentwickelt haben. Ein endgültiges Analyseverfahren hat sich aber bisher als allgemein akzeptierter Standard noch nicht durchgesetzt. Während früher allein der Rohfasergehalt bestimmt wurde (hauptsächlich Lignin und Zellulose), schließen die heutigen Verfahren jeweils alle Komponenten der Ballaststoffe mit ein. Bei der Englyst-Methode werden im Gegensatz zu der Southgate-Methode alle Stärkebestandteile in einen ersten Schritt enzymatisch eliminiert. Die nach Southgate ermittelten Ballaststoffgehalte sind deshalb nicht völlig stärkefrei.

## **Fuchs-Publikation**

1999 publizierten Fuchs et al. in der angesehenen Zeitschrift "New England Journal of Medicine" nach der neusten Analyse der "Nurses' Health Study", einer prospektiven Kohortenstudie der Harvard-Universität mit über 88 757 Krankenschwestern, mit der Hauptaussage, dass ähnlich wie schon in den Vorläuferstudien Gesamtballaststoffaufnahme und das kolorektale Karzinomrisiko nicht miteinander assoziiert sind. Diese Aussage erfuhr sowohl in der Laienpresse als auch unter Fachleuten große Aufmerksamkeit.

In der Datenanalyse wurden energieadjustierte Ballaststoffaufnahmen verwendet, die auf den Werten von Southgate beruhen. Hinsichtlich des Konzepts energieadjustierter Ballaststoffaufnahmen bedarf es einer

Erläuterung, da es außerhalb der Ernährungsepidemiologie wenig bekannt ist. Bei der Energieadjustierung wird der Zusammenhang berücksichtigt, dass die Ballaststoffaufnahmen mit der aufgenommenen Energie absolut ansteigen. Einfach ausgedrückt: Wer viel isst, nimmt auch mehr Ballaststoffe zu sich. Eine Betrachtung der absoluten Ballaststoffaufnahmen hätte zur Folge, dass ein großer Teil der Variation in der Ballaststoffaufnahme auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass Personen unterschiedliche Mengen, hier gemessen als Energie, zu sich nehmen. Männer, körperlich aktive Personen und Personen mit einem hohen Energiebedarf werden daher mengenmäßig viele Ballaststoffe aufnehmen und damit z. B. die Empfehlungen erreichen, obwohl manche von ihnen relativ zu ihrer Energieaufnahme wenig Ballaststoffe zu sich nehmen. Frauen, Personen ohne körperliche Belastungen und leichtgewichtige Personen, benötigen absolut weniger Nahrungsenergie und nehmen daher absolut weniger Ballaststoffe auf, obwohl auch hier manche von ihnen in Relation zu ihrer Energieaufnahme viele Ballaststoffe zu sich nehmen. Die Energieadjustierung berücksichtigt diese Zusammenhänge und berechnet für jede Person die Abweichung in der Ballaststoffaufnahme vom mittleren Ballaststoffwert für eine gegebene Energieaufnahme. Technisch geschieht dieses durch eine lineare Regression von Ballaststoff- auf Energieaufnahme. Die Residuen stellen die individuellen Abweichungen (in g) dar und werden zum mittleren Ballaststoffwert (in g) addiert. Da die Residuen je nach Individuum unterschiedlich große positive Werte (über dem Durchschnitt für eine gegebene Energie) als auch negative Werte (unter dem Durchschnitt für eine gegebene Energie) annehmen können, ergibt sich eine neue Verteilung von Ballaststoffwerten (in g), die energieadjustierte Ballaststoffaufnahme. Dieser Wert hat in der Regel eine kleinere Standardabweichung als der absolute Aufnahmewert, da die Variation in den absoluten Aufnahmewerten, die durch die Energieaufnahme bedingt ist, herausgerechnet wurde.

Die Autoren kamen in ihrer Arbeit zu folgenden einzelnen Schlussfolgerungen:

- keine Beziehung zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem Auftreten kolorektaler Karzinome innerhalb von 16 Jahren (von 1980-1996) nach der Messung der Ballaststoffaufnahme;
- keine Beziehung zwischen Ballaststoffgehalten einzelner Lebensmittelgruppen wie Gemüse, Obst, Getreide und dem Auftreten von kolorektalen Karzinomen innerhalb dieses Beobachtungszeitraumes;
- keine Beziehung zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem Auftreten von kolorektalen Karzinomen innerhalb dieser Beobachtungszeit bei denjenigen, die in bis zu drei Erhebungen (1980, 1984, 1986) jedesmal eine ähnliche Ballaststoffaufnahme angaben;
- keine Beziehung zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem Auftreten von kolorektalen Karzinomen innerhalb dieser Beobachtungszeit in Untergruppen, gebildet nach Alter, Rauchgewohnheiten, körperlicher Aktivität und Nahrungsaufnahmen wie Fett- und Folsäureaufnahme;
- keine Beziehung zwischen der Ballaststoffaufnahme und dem Auftreten von kolorektalen Adenomen innerhalb dieser Beobachtungszeitraumes bei den 27 530 Studienteilnehmerinnen, die sich einer Koloskopie unterzogen hatten.

Die Autoren argumentierten weiterhin in der Diskussion, dass sowohl andere Kohortenstudien als auch Interventionsstudien bisher keine eindeutige Evidenz für den postulierten protektiven Effekt von Ballaststoffen auf das Kolonkrebsrisiko erbringen konnten. Sie verwiesen allerdings darauf, dass in ihrer genannten Studie hohe

Ballaststoffaufnahmen mit einem gesenkten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck und Diabetes mellitus verbunden waren.

Diese Einschätzung der Autoren beim Kolonkarzinom deckt sich mit den Stellungnahmen anderer Expertengremien. Der umfangreiche und an Detailinformationen kaum zu überbietende Report des World Cancer Research Fund kam bei der Bewertung der Risikofaktoren für das kolorektale Karzinom zu dem Schluss, dass eindeutige Hinweise auf den protektiven Effekt von Gemüse und körperlicher Aktivität und auch überzeugende Hinweise zu Übergewicht und Fleischverzehr als risikofördernd für diese Erkrankung vorliegen, aber weiterhin Zweifel an der risikosenkenden Wirkung der Ballaststoffe bestehen.

Kürzlich wurden die Ergebnisse von 2 Interventionsstudien mit randomisiertem Design veröffentlicht, die keinen Effekt einer ballaststoffreichen Kost auf die Rezidivrate von Dickdarmadenomen erkennen ließen. Schatzkin et al. führten bei 958 Personen nach vorausgegangener Polypektomie eine umfassende Ernährungsumstellung in Richtung einer ballaststoffreichen und fettarmen Diät durch und ließen die 947 Patienten der Kontrollgruppe ihre üblichen Ernährungsgewohnheiten beibehalten. Eine Kontrollkoloskopie vier Jahre nach der Randomisierung in den Gruppen mit und ohne Ernährungsumstellung zeigte keinen Unterschied im Hinblick auf die Rezidivrate von Adenomen für diese beiden Ernährungsgruppen. Alberts et al. gaben Personen nach endoskopischer Polypektomie ein Frühstückssupplement, welches entweder 13,5 g (n = 719) oder 2,0 g (n = 584) Weizenkleie enthielt. Die Rezidivrate von Kolonadenomen war bei einer Koloskopie nach 3 Jahren nicht unterschiedlich. Hieraus kann geschlossen werden, dass eine Intervention mit Ballaststoffen in einem späten Stadium der Adenom-Karzinom-Sequenz wahrscheinlich nicht wirksam ist.

### **Experimentelle**

### **Befunde**

Im Gegensatz zu den epidemiologischen Befunden werden in vitro durchaus plausible Mechanismen hinsichtlich einer tumorprotektiven Wirkung von Ballaststoffen und unverdaulichen Kohlenhydraten wie resistente Stärke und Fruktooligosaccharide beschrieben. Bei dem Fermentationsprozess von Ballaststoffen im Darm entstehen kurzkettige Fettsäuren, die in der Zellstruktur und im Tierversuch Eigenschaften aufweisen, welche eine protektive Rolle der Ballaststoffe unterstützen. **Inbesondere die Fettsäure n-Butyrat inhibiert die Hyperproliferation der Kolonschleimhaut, d. h. sie beeinflusst einen präneoplastischen Biomarker. Butyrat löst auch Apoptosen aus und trägt somit zu Erhaltung der Zellhomöostase im Dickdarm bei. Die genannte Fettsäure vermindert die Proliferation und steigert den Differenzierungsgrad von Kolonkarzinomzellen in vitro. Auf molekularer Ebene interferiert Butyrat mit intrazellulären Signaltransduktionskaskaden, moduliert die Expression pro- und antiapoptotischer Gene und inhibiert die Zellzyklusprogression in der G 1-Phase. Somit gibt es zahlreiche experimentelle Daten zu möglichen Mechanismen einer Tumorprävention durch Ballaststoffe.**

Die tierexperimentellen Arbeiten mit isolierten Ballaststoffkomponenten zeigten bisher unterschiedliche Ergebnisse in Abhängigkeit von experimentellem Modell und Applikation. Darunter sind auch risikoe erhöhende Effekte zu finden, z. B. für Pektin. Für die physiologische Wirkung sind weiterhin die Mischung der Ballaststoffkomponenten, die Zusammensetzung der Nahrung und die individuelle Bakterienflora entscheidend.

Daher ist auch nicht einschätzbar, inwieweit experimentelle Studien mit isolierten Ballaststoffkomponenten für das menschliche Kolonkarzinom relevant sind.

### Kommentar

Die Studie von Fuchs et al. ist eine in einer Reihe von Publikationen aus Kohortenstudien zum Zusammenhang zwischen Ballaststoffaufnahme und Kolonkrebsrisiko. Kohortenstudien zeichnen sich dadurch aus, dass sie zuerst die Nahrungsaufnahme erheben und danach langfristig das Erkrankungsrisiko in den Expositionsgruppen, in die sich die Studienpopulation einteilt, erfassen. Eine solche Vorgehensweise ist weniger anfällig für Verzerrungen, als z. B. die retrospektive Vorgehensweise in Fall-Kontroll-Studien. Kohortenstudien sollten daher bevorzugt als Basis für die epidemiologische Argumentation herangezogen werden, solange Interventionsstudien fehlen. Nur in Interventionsstudien kann eine präventive Wirkung zweifelsfrei nachgewiesen werden. Viele der Studien haben noch keine spezielle Auswertung zur Ballaststoffhypothese vorgenommen (Tab. 1). Zur Bewertung einer Hypothese sollte jedoch die Gesamtheit der vorhandenen Informationen herangezogen werden. Im vorliegenden Fall ist die Beurteilungsbasis auf Grund fehlender spezifischer Publikationen aus vielen Studien jedoch als noch unzureichend einzuschätzen. Eine Gesamteinschätzung kann daher nur dann erfolgen, wenn die noch fehlenden Daten zur Verfügung stehen.

**Tab. 1: Zahlenmäßig große prospektive Studien mit erwachsenen Personen zu Ernährung und Krankheit, die über umfassende Ernährungsdaten verfügen\*.**

Name der Studie	Land der Untersuchung	Studienbevölkerung	Anzahl der Studienteilnehmer	Beginnder Studie	Ballaststoffe und Kolonkrebsrisiko untersucht?#
Honolulu Heart Program	USA	Männer (Japaner)	8000	1988	nein
Women's Antioxidant Cardiovascular Study	USA	Frauen	8000	1994	nein
Israeli Ischemic Heart Disease Study	Israel	Männer	10000	1963	nein
New York University Women's Health Study	USA	Frauen	14000	1985	nein

Atherosclerosis Risk in Communities	USA	Männer/Frauen	16000	1987	nein
Norwegian Cohort Study	Norwegen	Männer/Frauen	17000	1967	nein
The Alpha-tocopherol Beta-carotene Cancer Prevention Study	Finnland	Männer	29000	1985	ja
Adventist Health Study	USA	Männer/Frauen	40000	1976	nein
Women's Health Study	USA	Frauen	40000	1992	nein
Iowa Women's Health Study	USA	Frauen	42000	1986	ja
Melbourne Collaborative Cohort Study	Australien	in Australien geborene Italiener und griechische Emigranten	42000	1990	nein
Singapore Cohort Study	Singapore	Männer/Frauen (Chinesen)	48000	1993	nein
Health Professionals Follow-up Study	USA	Männer	52000	1986	ja
Canadian Breast Screening Study	Kanada	Frauen	57000	1982	nein
Sweden Mammography Cohort	Schweden	Frauen	61000	1987	nein

Black Woman's Health Study	USA	schwarze Frauen	65000	1995	nein
Nurses' Health Study	USA	Frauen	90000	1980	ja
Nurses' Health Study II	USA	junge Krankenschwestern	95000	1991	nein
Canadian Study of Diet, Lifestyle, and Health	Kanada	Männer und Frauen	100000 <sup>1</sup>	1992	nein
Netherlands Cohort Study	Holland	Männer/Frauen	121000	1986	ja
California Teacher's Study	USA	Frauen	132000	1995	nein
Japan Public Health Center-Cohort Study	Japan	Männer/Frauen	140000	1990	nein
Women's Health Initiative	USA	Frauen	165000 <sup>2</sup>	1993	nein
American Cancer Society	USA	Männer/Frauen	184000	1992	ja
Multi-Ethnic-Cohort	USA	Männer/Frauen (multi-ethnisch)	215000	1993	nein
European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)	neue europäische Länder	Männer/Frauen	475000	1993	nein

National Cancer Institute	USA	Männer/Frauen	540000	1995	nein
<p>* modifiziert nach Willet (1998); # soweit aus der Literatur erkennbar; <sup>1</sup> geplante Zahl, Teilnehmer werden noch rekrutiert; <sup>2</sup> Ernährungsdaten gesammelt innerhalb eines zufälligen Verfahrens</p>					

Viele der Studien haben noch keine spezielle Auswertung zur Ballaststoffhypothese vorgenommen. Zur Bewertung einer Hypothese sollte jedoch die Gesamtheit der vorhandenen Informationen herangezogen werden. Im vorliegenden Fall ist die Beurteilungsbasis aufgrund fehlender spezifischer Publikationen aus vielen Studien jedoch als noch unzureichend einzuschätzen. Eine Gesamteinschätzung kann daher nur dann erfolgen, wenn die noch fehlenden Daten zur Verfügung stehen.

Im Zusammenhang mit der gesundheitlichen Bewertung der Ballaststoffaufnahme spielen neben Krebserkrankungen auch andere Krankheitsbilder eine Rolle. In einer Reihe von epidemiologischen Studien wurde z. B. der Effekt der Ballaststoffaufnahme auf das Risiko für Arteriosklerose und koronare Herzkrankheiten untersucht. In Tab. 2 sind die Ergebnisse einiger dieser Studien, die sich speziell mit Ballaststoffen beschäftigt haben, dargestellt.

<b>Tab. 2 Ballaststoffe und Risiko koronarer Herzerkrankungen.</b>		
<b>Autoren</b>	<b>Studie</b>	<b>Effekt von Ballaststoffen</b>
Kromhout et al. 1982 [1]	Kohortenstudie, 871 Männer, 10 Jahre Beobachtung	Mortalität an CHD 4-mal geringer
Liu et al. 1982 [2]	Korrelationsstudie, Männer und Frauen aus 20 westlichen Industriestaaten	Risiko für CHD, ballaststoffreiche Kost = -0,49 bis 0,68
Singh et al. 1992 [3]	Interventionsstudie, 621 Männer und Frauen aus Indien	nach 12 Wochen Verbesserung des Plasmacholesterinspektrums
Bolton-Smith et al. 1992 [4]	Querschnittsstudie, 10 359 Männer und Frauen	signifikant niedrigere CHD-Prävalenz

Humble et al. 1998 [5]	Kohortenstudie, Männer, 9,6 Jahre Beobachtungszeit	signifikant niedrigeres CHD-Risiko
Jacobs et al. 1998 [6]	Kohortenstudie, 34 492 Frauen	niedriges Herztodrisiko durch Vollkornprodukte, jedoch nicht erklärt durch Ballaststoffgehalt
Wolk et al. 1999 [7]	Kohortenstudie, 68 782 Frauen	Reduktion von CHD durch Ballaststoffe

**Literaturstellen zu Tabelle 2:**

[1] Kromhout D et al.: Dietary fibre and 10-year mortality from coronary heart disease, cancer, and all causes . The Zutphen study. Lancet 1982; 4: 518-522;

[2] Liu K et al.: Dietary lipids, sugar and mortality from coronary heart disease. Bivariate analysis of international data. Arteriosclerosis 1982; 2 (3): 221-227;

[3] Singh RB et al.: Effect of fat-modified and fruit- and vegetable-enriched diets on blood lipids in the Indian Diet Heart Study. Am J Cardiol 1992; 70: 869-874;

[4] Bolton-Smith C et al.: The Scottish Heart Study - Dietary intake by food frequency questionnaires and odds ratios for coronary heart disease risk. II. The antioxidant vitamins and fibre. Eur J Clin Nutr 1992; 46: 85-93:

[5] Humble CG et al.: Dietary fiber and coronary heart disease in middle-aged hypercholesterolemic men. Am J Prev Med 1993; 9: 197-202;

[6] Jacobs DR jr et al.: Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: The Iowa Women´s Health Study. Am J Clin Nutr 1998; 68: 248-257;

[7] Wolk A et al.: Longterm intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. JAMA 1999; 281: 1998-2004

Es zeigt sich, dass in der Regel eine Ernährung mit einem hohen Ballaststoffgehalt mit einem niedrigeren koronaren Herzkrankheitsrisiko bzw. mit einer reduzierten Mortalität an Herzinfarkt verbunden ist. Teilweise werden diese Effekte jedoch auch anderen Stoffen, die in einer ballaststoffreichen Nahrung enthalten sind, zugeordnet. Insbesondere eine Trennung zwischen dem Effekt von Ballaststoffen und anderen Substanzen wie Antioxidantien, die in Obst und Gemüse enthalten sind, ist schwierig. Insgesamt ist jedoch die Reduktion des Erkrankungs- bzw. Mortalitätsrisikos bei faserreicher Kost in allen Studien beeindruckend. Key et al. konnten zudem in einer Metaanalyse fast aller bisher durchgeführten Vegetarierstudien eine deutliche Reduktion der Mortalität an ischämischen Herzerkrankungen beobachten, nicht jedoch an kolorektalen Krebserkrankungen. Eine ballaststoffreiche Ernährung besitzt weiterhin viele andere gesundheitsrelevante Effekte wie z. B. eine Senkung der Blutfettwerte.

Das von der Arbeitsgruppe der Harvard-Universität entwickelte Konzept von energieadjustierten Inhaltsstoffaufnahmen ist eine inhaltlich interessante Variante gegenüber der Darstellung nach der absoluten Aufnahme und dieser in der Bewertung von gesundheitlichen Effekten der Nahrungsaufnahme vermutlich überlegen. Zudem machen einfache Überlegungen deutlich, dass neben der Energie als Maß für die Nahrungsmenge auch deren Zusammensetzung bedeutsam ist. Bereits bei einer täglichen Nahrungsaufnahme von 1 800 kcal und einer gemischten Kost würde die Aufnahme von Vollkornbrot und Früchten in der Kost zu einer Ballaststoffaufnahme über 35 g täglich führen, wenn man sich an die Empfehlung der Fettreduktion auf unter 30 % hält.

Derzeitig fehlen noch wichtige Bausteine, die für eine kausale tumorpräventive Wirkung der Ballaststoffe im kolorektalen Bereich sprechen, darunter der Nachweis einer eindeutigen Wirkung in Interventionsstudien, übereinstimmende Befunde bei epidemiologischen Beobachtungsstudien und die Spezifität der physiologischen Wirkungen der Ballaststoffe. In diesem Sinne kann das Ergebnis der Studie von Fuchs et al. nicht überraschen, sondern sollte als ein Hinweis verstanden werden, die Ballaststoffhypothese zu differenzieren und sie einer ernsthaften wissenschaftlichen Überprüfung zu unterziehen.

*Quelle: Boeing H, Lochs H und Scheppach W, im Auftrag der Arbeitsgruppe "Ernährung und Krebs" der Deutschen Krebsgesellschaft e. V.: Müssen die Ernährungsempfehlungen für die Ballaststoffaufnahme geändert werden? Aktuel Ernaehr Med 26 (2001) 107-111*